Rev. Acad. Canar. Cienc., XIV (Núms. 3-4), 83-98 (2002) (publicado en agosto de 2003)

MORFOLOGÍA Y DISTRIBUCIÓN DE LA RODÓFITA ALÓCTONA *Neosiphonia harveyi*, Y COMENTARIOS SOBRE OTRAS ALGAS MARINAS PROBABLEMENTE INTRODUCIDAS EN LAS ISLAS CANARIAS

J. Afonso-Carrillo, M. Sansón, J. Reyes & B. Rojas-González
Departamento de Biología Vegetal (Botánica), Universidad de La Laguna, E-38271 La Laguna, Islas Canarias.

ABSTRACT

Habit, vegetative and reproductive morphology, and regional distribution are described in plants of *Neosiphonia harveyi* (Rhodomelaceae, Rhodophyta) from the Canary Islands. The plants examined are similar in morphology to plants from the western Atlantic, although they are fertile throughout the year as in European populations. In the Canary Islands, this species (which has its centre of diversity and origin in Japan and it is regarded as an alien in European waters) was observed for the first time in 1990, and until now, it has been only identified growing in the shallow sublittoral on ships' hulls, floating moorings, buoys and ropes in recreational and fishing harbours, from El Hierro, La Palma, Tenerife and Fuerteventura. Other seaweeds apparently also introduced in Canaries are commented, and the marine navigation is suggested as via of introduction of foreign species in the Canary Islands harbours.

Key words: marine algae, *Neosiphonia harveyi*, Rhodomelaceae, Rhodophyta, morphology, introduced species, Canary Islands.

RESUMEN

El hábito, la morfología vegetativa y reproductora, y la distribución regional se describen en plantas de *Neosiphonia harveyi* (Rhodomelaceae, Rhodophyta) de las islas Canarias. Las plantas examinadas son similares en morfología a las plantas del Atlántico occidental, aunque son fértiles durante todo el año como en las poblaciones europeas. En las Canarias, esta especie (que tiene su centro de diversidad y origen en Japón y es considerada como no nativa de las aguas europeas) fue observada por primera vez en 1990, y hasta este momento, ha sido solamente identificada creciendo en el sublitoral somero sobre los cascos, los pantalanes, las boyas y las cuerdas de los barcos en interior de muelles recreativos y pesqueros, de El Hierro, La Palma, Tenerife y Fuerteventura. Se comentan otras algas marinas al parecer también introducidas en las Canarias, y se sugiere la navegación marina como la vía de introducción de especies foráneas en los puertos de Canarias.

Palabras clave: algas marinas, *Neosiphonia harveyi*, Rhodomelaceae, Rhodophyta, morfología, especies introducidas, islas Canarias.

1. INTRODUCCIÓN

El género *Neosiphonia* (Rhodomelaceae, Rhodophyta) fue creado por KIM & LEE [26] para incluir especies previamente descritas como *Polysiphonia* Greville, caracterizadas por reunir el siguiente conjunto de caracteres: (1) cuatro células pericentrales, (2) tricoblastos abundantes dispuestos en espiral, (3) rizoides separados de las células pericentrales por una pared celular, (4) tetrasporangios producidos en series espiraladas, (5) ejes espermatangiales originados en la primera (ocasionalmente la segunda) dicotomía de tricoblastos fértiles, y (6) ramas carpogoniales con tres células. Mientras que *Polysiphonia* se reserva, de acuerdo con los caracteres de la especie tipo *P. stricta* (Dillwyn) Greville, para plantas con: (1) cuatro células pericentrales, (2) tricoblastos escasos o ausentes, (3) rizoides no septados, (4) tetrasporangios en series lineales, (5) ejes espermatangiales originados directamente desde la célula inicial de un tricoblasto, y (6) ramas carpogoniales con cuatro células. Hasta el momento dos especies de la flora marina de las islas Canarias han sido documentadas en el género *Neosiphonia*: *N. sphaerocarpa* (Børgesen) Kim et Lee y *N. harveyi* (Bailey) Choi, Kim, Guiry et Saunders [12, 26]. Aunque la frontera entre ambos géneros aún no ha sido claramente delimitada, es muy probable que el número de especies de *Neosiphonia* sea sensiblemente mayor puesto que la mayoría de las especies de *Polysiphonia* citadas para Canarias no han sido todavía revisadas a la luz de estos nuevos criterios taxonómicos.

En el curso de recientes estudios sobre las algas Rhodomelaceae de las islas Canarias (ver [38]), hemos tenido la oportunidad de examinar abundante material de *Neosiphonia harveyi*, cuya morfología y distribución en este archipiélago documentamos en el presente trabajo. La distribución conocida de *N. harveyi* se extiende por el noroeste del Pacífico, Nueva Zelanda, Atlántico Norte y Mediterráneo [12, 31], estando considerada en las costas europeas como una especie introducida [28, 29]. Aunque la localidad tipo del taxon es Connecticut en Estados Unidos [5], estudios moleculares recientes han mostrado que Japón es el centro de diversidad y origen de esta especie [31]. *Neosiphonia harveyi* (como *Polysiphonia harveyi*) fue citada por primera vez en Canarias en 1994 [39] a partir de poblaciones de El Hierro, y posteriormente fue identificada en La Palma, Tenerife y Fuerteventura [36].

BOUDOURESQUE & VERLAQUE [7] resumieron los cuatro criterios que permiten definir una especie introducida: (1) coloniza un nuevo área donde no estaba previamente presente, (2) la ampliación del área de distribución está ligada, directa o indirectamente, a la actividad humana, (3) existe una discontinuidad geográfica entre el área nativa y el área nueva (dispersión remota), de modo que el avance ocasional en las fronteras del área nativa (dispersión marginal) no es considerado; y (4) las nuevas generaciones de la especie alóctona se desarrollan en el área nueva sin asistencia humana (especie naturalizada). Además de *Neosiphonia harveyi*, un grupo de algas de la flora marina de las islas Canarias, algunas de ellas citadas por primera vez en los últimos años, parecen reunir este conjunto de características. Así, hemos tenido la oportunidad de realizar un análisis sobre las algas marinas presumiblemente alóctonas de las islas Canarias, como segundo objetivo del presente trabajo.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

Las observaciones están basadas en (1) especímenes frescos recolectados entre 1990 y 1994 en diversas localidades de las islas Canarias, conservados en formalina al 4 % en agua de mar y depositados en TFC; y (2) especímenes secos de herbario depositados en

TFC. Para las observaciones microscópicas se seleccionaron fragmentos vegetativos o ramas fértiles del material conservado en medio líquido que fueron teñidos, cuando fue necesario, durante 10 minutos con anilina azul al 1 % en agua, lavados con agua y montados en una solución acuosa de Karo al 50 %. Los especímenes secos de herbario fueron rehidratados previamente en una solución de formalina al 4 % en agua de mar. Los dibujos en cámara clara fueron obtenidos usando un microscopio Zeiss. Las abreviaturas de los herbarios siguen a HOLMGREN *et al.* [21].

3. OBSERVACIONES

Neosiphonia harveyi (Bailey) Kim, Choi, Guiry et Saunders

KIM *et al.* in CHOI *et al.* [12], p. 1474.

Basiónimo: *Polysiphonia harveyi* Bailey [5], p. 38.

Kapraun [24], p. 314, figs 2-8, 52; Kapraun [25], p. 78, figs 187-189; Maggs & Hommersand [28], p. 343, fig. 106; Rojas-González *et al.* [39], p. 136, fig. 7; Schneider & Searles [45], p. 468, fig. 550.

Localidad tipo: Stonington, Connecticut, EE.UU.

Distribución: Pacífico Norte, Nueva Zelanda, Atlántico Norte y Mediterráneo.

Material examinado: EL HIERRO: Puerto de La Restinga (15.08.1990, TFC Phyc 9164; 22.11.1991, TFC Phyc 7890; 20.03.1992, TFC Phyc 9157; 15.06.1992, TFC Phyc 7891; 13.11.1992, TFC Phyc 7892; 20.04.1993, TFC Phyc 9159), Puerto de La Estaca (22.04.1993, TFC Phyc 9158). LA PALMA: Puerto de Tazacorte (04.07.1993, TFC Phyc 9161). TENERIFE: Puerto de Candelaria (19.08.1993, TFC Phyc 9162), Puerto Colón (18.07.1993, TFC Phyc 9160; 03.07.1994, TFC Phyc 9166). FUERTEVENTURA: Puerto de Corralejo (11.05.1993, TFC Phyc 9165).

Hábitat y fenología: En Canarias *Neosiphonia harveyi* ha sido recolectada en ambientes protegidos, creciendo sobre cuerdas, cascos de barcos, boyas y hélices, en el interior de puertos, tanto deportivos como pesqueros. Otras especies identificadas en el mismo hábitat fueron *Polysiphonia denudata* (Dillwyn) Greville, *Gymnophycus hapsiphorus* Huisman et Kraft, *Ulva rigida* C. Agardh, *Dictyota liturata* Kützing y *Codium fragile* (Suringar) Hariot subsp. *tomentosoides* (van Goor) Silva, todas creciendo a pocos centímetros bajo el nivel del mar. Todos los sustratos en los que hemos realizado las recolecciones son flotantes, de modo que oscilan con las mareas, con lo que las plantas se mantienen siempre a una misma distancia de la superficie del agua. Hasta el momento, esta especie no ha sido recolectada fuera de los ambientes portuarios. Aparentemente, *Neosiphonia harveyi* parece estar fértil durante todo el año, aunque en la actualidad no disponemos de datos fenológicos para los meses de diciembre, enero y febrero.

Hábito: Las plantas son de color marrón verdoso a marrón oscuro, con los ejes jóvenes suaves al tacto, volviéndose rígidos al envejecer, de hasta 70 mm de alto (Figs 1, 2). Forman tufos de contorno redondeado de hasta 85 mm de ancho, constituidos por ejes erectos muy ramificados, fijos al sustrato por un disco basal. Los ejes erectos alcanzan hasta 0,3 mm de diámetro y se ramifican pseudodicótomamente en varios órdenes, con las últimas ramas profusamente divididas.

Estructura vegetativa: Las plantas se fijan al sustrato mediante rizoides septados, unicelulares y digitados, que surgen a partir de las células pericentrales de las zonas basa-

les, reuniéndose en un disco de fijación, junto con filamentos corticales. Los ejes erectos crecen a partir de una célula apical de hasta 10 µm de diámetro, e incrementan su grosor hasta 350 µm en las zonas basales. Los segmentos de las partes medias de la planta son más anchos que largos (relación largo / ancho = 0,7). La corticación está limitada a las partes basales, y está formada por filamentos que se intercalan entre las células pericentrales cubriendo totalmente los ejes en las plantas más robustas. Los ejes tienen cuatro células pericentrales dispuestas alrededor de una célula axial de menor diámetro (Figs 3, 4). Los tricoblastos son escasos, prontamente caducos, y dispuestos en espiral, uno por segmento, alcanzan hasta 500 µm de longitud, se ramifican hasta tres veces, y se atenúan progresivamente desde 10 µm hasta 5 µm, dejando al caer una célula cicatriz. Las ramas laterales reemplazan a los tricoblastos a intervalos irregulares. Ramas adventicias se desarrollan a partir de las células cicatriz.

Reproducción: Las plantas son dioicas. Las plantas masculinas originan ramas espermatangiales dispuestas a lo largo de las últimas ramas (Fig. 5). Los ejes espermatangiales surgen reemplazando a una rama del tricoblasto en la primera dicotomía. Son cónicos y alargados, de 210-240 µm de largo y 40-60 µm de diámetro, con los ápices agudos terminados en 1-2 células apicales estériles (Fig. 6). Los espermatangios son esféricos o subesféricos de c. 2,5 µm de diámetro.

Las plantas femeninas portan cistocarpos globulares o urceolados sobre anchos pedicelos (Fig. 7). Los cistocarpos tienen bases anchas y alcanzan 375-500 µm de alto y de 390-415 µm de diámetro, con un amplio ostiolo de hasta 190 µm de diámetro. El pericarpo está constituido por células poligonales, de 25-50 µm de alto y 15-50 µm de diámetro, dispuestas en filas verticales, más pequeñas alrededor del ostiolo, donde tienen hasta 15 µm de alto y 38 µm de diámetro (Fig. 8). Los carposporangios son piriformes, de hasta 75 µm de alto y 30 µm de diámetro.

Las plantas asexuales forman tetrasporangios en series espiraladas en las ramas más jóvenes, distorsionando levemente las ramas (Figs 9, 10). Los tetrasporangios son esféricos u ovoides, de 75-88 µm de diámetro.

4. COMENTARIOS Y DISCUSIÓN

En las costas atlánticas *Neosiphonia harveyi* ha sido reconocida en distintas localidades americanas entre Terranova y el sur de Estados Unidos [45, 47], mientras que en las costas atlánticas orientales se conocen poblaciones desde el Mar del Norte hasta el norte de España [28, 29, 49], y el Mediterráneo Occidental [18, 52], siendo las poblaciones de Canarias las más meridionales.

Los especímenes canarios que hemos examinado están de acuerdo con las descripciones dadas por Kapraun [24, 25], y no muestran el tamaño ni la apariencia variable descrita para las poblaciones de las Islas Británicas por Maggs & Hommersand [28]. En las costas atlánticas americanas, *Neosiphonia harveyi* es una especie estacional, que vive en localidades protegidas y que en la parte norte de su rango de distribución se reproduce en verano, mientras que en Carolina del Norte y Carolina del Sur, la reproducción está restringida a los meses más fríos [24]. En las costas atlánticas europeas, por el contrario, plantas maduras fértiles están presentes durante todo el año, aunque son más abundantes de marzo a noviembre [28], mostrando también una mayor variabilidad con respecto al hábitat. Así, aunque crecen en ambientes protegidos sobre cuerdas, también fueron reconocidas epífitas

o epilíticas en charcos intermareales, desde el nivel inferior al superior, y raramente en el sublitoral hasta 3 m de profundidad, incluso en ambientes moderadamente expuestos al oleaje [28]. En Canarias, la especie ha sido identificada exclusivamente en ambientes protegidos de diferentes refugios pesqueros y muelles deportivos. Nunca ha sido recolectada epífita ni epilítica, sino creciendo sobre sustratos artificiales (cuerdas, cascos de barcos, boyas y hélices).

Sansón & Reyes [41] sugirieron que *Neosiphonia harveyi* podría ser una especie alóctona, que había sido introducida accidentalmente en Canarias, donde habría colonizado diferentes sustratos artificiales en puertos, y que estos ambientes alterados podrían estar siendo colonizados por otras especies foráneas. Una especie es calificada de introducida cuando su aparición en una región está directa o indirectamente relacionada con una actividad humana [10]. De este modo, el tráfico marítimo ha sido responsable de numerosas introducciones en el pasado, y probablemente es responsable de las distribuciones cosmopolita y subcosmopolita que muestran algunas especies. Sin embargo, hasta finales del siglo XIX se careció de información biogeográfica para identificar las nuevas introducciones [51].

En las costas europeas se ha producido en los últimos veinte años un incremento espectacular en introducciones accidentales de especies marinas, y se ha sugerido que tanto el número actual de especies invasoras como sus impactos han sido ampliamente subestimados debido a la confusión con especies nativas morfológicamente similares [31]. Además del tráfico marítimo (con organismos adheridos como "fouling", o con estructuras de dispersión contenidas en el agua en los depósitos de lastre), la exportación de moluscos para la acuicultura, los acuarios con especies exóticas y las experiencias científicas, son las principales actividades que han sido relacionadas con la introducción de especies [35]. Las evidencias moleculares han mostrado que Japón es el centro de origen de *Neosiphonia harveyi*, y su introducción en Europa se produjo probablemente a lo largo del siglo XX [51]. Aunque la especie fue descrita en 1848 para la costa oriental de Estados Unidos de América [5], en la actualidad se considera que *Polysiphonia japonica* Harvey de Corea y Japón [20], *P. mottei* Lauret del Mediterráneo occidental [27], y *P. strictissima* Hooker et Harvey de Nueva Zelanda [22], son sinónimos heterotípicos de esta especie.

El origen de las poblaciones de *Neosiphonia harveyi* en Canarias, sobre las que no se tiene información anterior a agosto de 1990 en que fueron observadas por primera vez en el muelle pesquero de La Restinga, en El Hierro [39], es incierto, debido a que al parecer, el origen de las poblaciones atlánticas está ligado a sucesivas introducciones crípticas desde poblaciones presumiblemente diferentes [31]. Mientras que las plantas identificadas en las costas europeas y mediterráneas tienen su centro de origen en Japón, las poblaciones de Carolina del Norte, son diferentes en el ámbito molecular y pertenecen al mismo grupo de plantas introducidas en Nueva Zelanda y California [31]. Aunque el comportamiento fenológico de las plantas de Canarias coincide con el de las poblaciones europeas, la hipótesis de un origen exclusivo a partir de poblaciones de las costas atlánticas orientales, necesitaría confirmación sobre la base de evidencias moleculares. Canarias y Carolina del Norte comparten un porcentaje bastante significativo de sus floras marinas, y en los últimos años se ha comprobado que especies inicialmente consideradas endémicas de las costas templadas Atlántico americanas tienen también poblaciones en Canarias [2, 43].

De cualquier forma, la dispersión en el Atlántico oriental de *Neosiphonia harveyi*, parece seguir el mismo patrón de otras especies de algas marinas bentónicas que fueron introducidas en las costas europeas y que luego, probablemente mediante mecanismos de dispersión marginal, han ampliado sus áreas de distribución hasta alcanzar las costas de Canarias (Tabla I). Algunas de estas especies se comentan a continuación.

Asparagopsis armata Harvey (Bonnemaisoniaceae, Rhodophyta) es una especie originaria de Australia, que constituye uno de los ejemplos clásicos bien documentados sobre introducción de algas marinas en las costas europeas [51]. La primera observación fue realizada en Guéthary (Atlántico francés) en 1922, cuando se descubrió el esporófito (fase "*Falkenbergia rufolanosa*"), y en 1925, se descubrieron los primeros gametófitos. En años sucesivos, las poblaciones se fueron extendiendo por el Atlántico norte y por el Mediterráneo. El esporófito suele ser frecuentemente observado creciendo en cascos de barcos, y posiblemente ésta pudo haber sido la vía de introducción. En Canarias, la primera señalización se realizó en 1965 en Lanzarote [23]. Sin embargo, es difícil precisar el periodo en que ocurrió la introducción debido, tanto a la ausencia de estudios ficológicos en Canarias entre 1920, año de las recolecciones de Børgesen [6], y los trabajos de Johnston, como a la presencia en la flora marina nativa de una especie, *Asparagopsis taxiformis* (Delile) Trevisan, con gametófitos morfológicamente distintos, pero con esporófitos (fase "*Falkenbergia hillebrandii*") no distinguibles morfológicamente. En la actualidad, *Asparagopsis armata* ha sido reconocida en todas las islas Canarias.

Bonnemaisonia hamifera Hariot (Bonnemaisoniaceae, Rhodophyta) es una especie originaria de Japón, cuyo pequeño esporófito fue probablemente introducido en Europa a finales del siglo XIX adherido en el casco de barcos. Los primeros esporófitos (fase "*Trailliella intricata*") fueron identificados en las Islas Británicas en 1890 y posteriormente los gametófitos en 1893 [13, 35]. Ahora, la especie se distribuye por el Atlántico oriental desde Escandinavia a Canarias y por el Mediterráneo occidental [13]. En Canarias sólo han sido identificados los esporófitos. Børgesen [6] recolectó los primeros esporófitos en Gran Canaria en 1921, y posteriormente han sido citados para todas las islas, salvo La Palma y La Gomera.

Grateloupia turuturu Yamada (Halymeniaceae, Rhodophyta), que fue originalmente descrita para Japón, es el nombre correcto para una especie no nativa en el Atlántico, que ha sido habitualmente citada como *Grateloupia doryphora* (Montagne) Howe [16, 52]. El primer hallazgo documentado en las costas europeas fue en 1969, para las Islas Británicas [14], y posteriormente, ha sido identificada en numerosas localidades atlánticas y en el Mediterráneo occidental [9, 29, 52]. El origen de las poblaciones europeas y mediterráneas está relacionado con la acuicultura [35, 52]. En Canarias, las primeras señalizaciones fueron realizadas en 1983 en las costas de Tenerife [1], y posteriormente fue encontrada en Gran Canaria.

Womersleyella setacea (Hollenberg) R.E. Norris (Rhodomelaceae, Rhodophyta) es una especie ampliamente distribuida por zonas tropicales del Pacífico, que fue identificada por primera vez en el Mediterráneo en 1989, como *Polysiphonia setacea* Hollenberg [50]. El área de distribución a lo largo del Mediterráneo se ha ampliado en los últimos años, y para Athanasiadis [4] representa probablemente una introducción reciente, con vector desconocido, pero que se extiende por el Mediterráneo en parte debido a la habilidad de la planta para crecer en las redes de pesca. Rojas-González & Afonso-Carrillo [37] identificaron especímenes de esta especie y comprobaron que material de herbario incorrectamente identificado, recolectado en Canarias en 1983, pertenecía a esta especie. En la actualidad, ha sido reconocida en todas las islas salvo Fuerteventura [36].

Colpomenia peregrina (Sauvageau) Hamel (Scytosiphonaceae, Phaeophyta) es una especie originaria del Indo-Pacífico que fue introducida accidentalmente en las costas europeas, probablemente relacionada con el tráfico marítimo. Fue citada por primera vez en 1906 para la costa atlántica de Francia, y en la actualidad se distribuye desde Noruega a

Canarias, y el Mediterráneo occidental [15]. El primer hallazgo en Canarias fue en 1965 en Lanzarote [23], y posteriormente ha sido citada también para El Hierro.

Scytosiphon dotyi Wynne (Scytosiphonaceae, Phaeophyta) fue originariamente descrita para California [54] y está ampliamente repartida en el Pacífico Norte. Fue accidentalmente introducida, probablemente relacionada con la acuicultura de moluscos, tanto en el Mediterráneo como en las Islas Británicas [15, 17]. En Canarias, las primeras poblaciones fueron encontradas en 1992 en el sur de Tenerife [33, 34], siendo en la actualidad ésta la única localidad que ha sido documentada.

Stypopodium schimperi (Kützing) Verlaque et Boudouresque (Dictyotaceae, Phaeophyta) es una especie originariamente descrita del Mar Rojo, que probablemente se ha introducido en el Mediterráneo después de la apertura del Canal de Suez [51, 53]. La especie está ampliamente distribuida en el Mediterráneo oriental [44], situándose en Libia su límite oeste de distribución [51]. En Canarias fue identificada en 1997, en dragados realizados al oeste de Fuerteventura [43].

Codium fragile (Suringar) Hariot subsp. *tomentosoides* (van Goor) Silva (Codiaceae, Chlorophyta) es un taxon Indo-Pacífico probablemente introducido en las costas europeas a partir de poblaciones de Japón [51]. Descubierto en 1900 en las costas holandesas [46], en la actualidad se distribuye desde Holanda hasta Canarias, y el Mediterráneo occidental [8]. En Canarias, la especie fue identificada por primera vez en 1990 en Lanzarote, y posteriormente en Fuerteventura, en ambos casos creciendo en el interior de puertos deportivos [11].

Con respecto a posibles introducciones, es conveniente señalar que en Canarias no es raro el descubrimiento de taxones nuevos para la flora marina, tal como ha sucedido en los últimos años [3, 43]. Por lo tanto, generalmente resulta problemático determinar la naturaleza del origen de las novedades florísticas. Por su posición geográfica, Canarias ha sido considerada como una encrucijada en las vías de dispersión de las algas marinas en el Atlántico norte, con intercambios documentados, tanto con las costas europeas, las mediterráneas, como las americanas [48]. Por eso, las dispersiones entre estas regiones que han sido favorecidas con mucha probabilidad por la actividad humana, no pueden ser contrastadas, puesto que existen evidencias indirectas de que mediante mecanismos naturales de dispersión se han configurado áreas de distribución anfiatlánticas. Por el contrario, especies previamente desconocidas en el Atlántico sí podrían suponer introducciones recientes.

Algunas adiciones florísticas realizadas en los últimos años presentan en este archipiélago las únicas poblaciones conocidas en el océano Atlántico, y potencialmente, podrían constituir elementos no nativos de las islas Canarias. La hipotética vía de introducción de estas algas podría haber sido el tráfico marítimo, tanto comercial como de recreo, puesto que la acuicultura de moluscos, que es otra actividad considerada responsable de numerosas introducciones en Europa, no se ha desarrollado en Canarias. No obstante, en ausencia de evidencias moleculares, cualquier propuesta debería ser considerada con mucha cautela, puesto que no debe descartarse la posibilidad de tratar como elementos supuestamente introducidos a especies con amplia distribución que han pasado desapercibidas, bien por su reducido tamaño, por poseer fases macroscópicas estacionales y efímeras, o por ocupar hábitats escasamente estudiados [30]. De acuerdo con Verlaque [51], para considerar un nuevo hallazgo como una introducción los criterios a tener en cuenta son la proximidad a una fuente potencial de introducción (como los puertos), y el incremento progresivo tanto en el número de nuevas localidades como en las densidades de las poblaciones. A continuación comentamos algunas de las novedades florísticas que se han producido en los últimos años.

Antithamnion diminuatum Wollaston (Ceramiaceae, Rhodophyta) era conocida del sur de Australia, Sudáfrica y Namibia, y ha sido identificada a partir de 1988 en Tenerife,

Gran Canaria y Fuerteventura [40]. Igual que las dos siguientes ceramiáceas, es probable que se trate de una especie con distribución más amplia que, debido a su diminuto tamaño, puede haber pasado desapercibida.

Ceramium atrorubescens Kylin (Ceramiaceae, Rhodophyta) era conocida de Sudáfrica y Namibia, y ha sido recolectada a partir de 1988 en varias localidades de Tenerife [40]. Probablemente, el área de distribución de esta especie es más amplia, pero las reducidas dimensiones del hábito pueden justificar la ausencia de referencias para otras regiones.

Ceramium cingulatum Weber-van Bosse (Ceramiaceae, Rhodophyta) está distribuida por el Océano Índico, y ha sido identificada a partir de 1991 en Tenerife y Fuerteventura [40]. También tiene un hábito de reducido tamaño, y puede haber pasado desapercibida en estudios florísticos de otras regiones.

Gymnophycus hapsiphorus Huisman et Kraft (Ceramiaceae, Rhodophyta) es una especie considerada exclusiva de Australia que ha sido identificada desde 1989 creciendo en numerosos ambientes portuarios de El Hierro, Tenerife, Lanzarote y Fuerteventura [41]. El hábitat ocupado por esta especie parece relacionar su dispersión con el tráfico marítimo, especialmente las embarcaciones deportivas y de recreo.

Predaea huismanii Kraft (Nemastomataceae, Rhodophyta) era previamente conocida sólo de Australia, y fue identificada en 1990 en el refugio pesquero de Las Teresitas en Tenerife [42]. Posteriormente, esta especie no ha vuelto a ser observada en Canarias. Con fase macroscópica estacional y efímera, la fase microscópica podría haber sido introducida adherida en barcos.

Scinaia australis (Setchell) Huisman (Galaxauraceae, Rhodophyta) era conocida exclusivamente del sur de Australia, y fue identificada en 1989 en El Médano, Tenerife [33]. Este hallazgo constituye la única cita para Canarias, y como en la especie anterior, aunque la fase macroscópica es efímera, la fase microscópica pudo haberse dispersado en el casco de embarcaciones.

Corynophlaea cystophorae J. Agardh (Corynophlaeaceae, Phaeophyta) es una diminuta especie epífita distribuida por Australia, Tasmania y Nueva Zelanda, que fue identificada en 1993 creciendo en *Cystoseira abies-marina* (Gmelin) C. Agardh en poblaciones de Tenerife y Fuerteventura [19]. Probablemente, esta especie tiene una distribución más amplia, pero ha pasado desapercibida en otras regiones debido a su pequeño hábito.

Papenfussiella kuromo (Yendo) Inagaki (Chordariaceae, Phaeophyta) era conocida previamente sólo de las costas de Japón y China, y fue identificada en 1994 en el sublitoral de Playa de San Marcos en Tenerife [30]. El hábito estacional y efímero de la fase macroscópica, la lejanía de la localidad de zonas con tráfico marítimo, así como el tipo de hábitat hasta ahora escasamente estudiado (fondos de transición entre roca y arena) en el que crece esta especie, plantea dudas sobre la posible introducción de este taxon. La hipótesis de que se trate de una especie no detectada hasta el momento en estudio florísticos de otras regiones o que haya sido confundida con otras especies del género, actualmente poco conocidas, no debería ser descartada [30].

Los efectos de la mayor parte de las plantas marinas introducidas se conocen mal, puesto que sólo han sido estudiadas aquellas con incrementos de poblaciones importantes o que han provocado alteraciones evidentes en las comunidades nativas. Además, las consecuencias que desde el punto de vista ecológico se pueden atribuir a las especies alóctonas suelen ser difíciles de evaluar principalmente debido a la ausencia de información sobre la distribución de los organismos antes y durante el proceso de invasión [51]. Es evidente que la aclimatación de una nueva especie constituye una perturbación en el ecosistema, que

puede tener consecuencias negativas o positivas, a veces considerables, pero en todo caso imprevisibles. Con respecto a las islas Canarias, nuestros datos parecen indicar que hasta el presente la mayor parte de las especies introducidas se han comportado de un modo discreto, como elementos raros integrándose en las comunidades autóctonas. Sólo en el caso de *Asparagopsis armata* se puede reseñar la proliferación de poblaciones en algunas localidades durante cortos periodos primaverales en las que colonizan, principalmente como epífitos, amplias áreas litorales.

Sin embargo, en otras regiones algunas introducciones han modificado significativamente el paisaje litoral, desplazando a las comunidades nativas. La introducción y los efectos perjudiciales tanto de *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt como de *Caulerpa taxifolia* (Vahl) C. Agardh han sido minuciosamente estudiados [51]. La posibilidad de que estas dos especies lleguen a colonizar las costas canarias en un futuro no muy lejano es bastante elevada. *Sargassum muticum* es un alga parda de origen japonés cuya introducción en las costas europeas (principalmente Islas Británicas y Francia) hacia 1971 está relacionada con la exportación de moluscos para la acuicultura. En la actualidad, la especie se extiende desde Suecia a Portugal, con poblaciones también en el Mediterráneo occidental, destacando como un competidor agresivo, con una gran capacidad de dispersión, que desplaza a las comunidades nativas del sublitoral [35, 51]. *Caulerpa taxifolia* es un alga verde de distribución pantropical, cuya introducción en el Mediterráneo occidental (a partir de 1989) se ha relacionado con los acuarios de Mónaco. La proliferación de poblaciones, cuya dispersión se ha visto favorecida por las anclas de los yates de recreo y por su naturaleza tóxica, puede estar desplazando a poblaciones nativas en el sublitoral, particularmente las praderas de la fanerógama marina *Posidonia oceanica* (Linnaeus) Delile [7, 32].

Por ello, el riesgo de proliferación de una especie introducida en detrimento de las especies autóctonas debe ser considerado. Hasta el momento, en Canarias no se han documentado proliferaciones evidentes, si exceptuamos lo reseñado a propósito de *Asparagopsis armata*. Sin embargo, la rodófita supuestamente introducida en los últimos años, *Womersleyella setacea*, merecería un seguimiento especial puesto que en el Mediterráneo se ha observado la formación de extensas coberturas que están suponiendo una profunda alteración de las comunidades nativas [4].

Por su situación geográfica, las islas Canarias ocupan una posición privilegiada como nudo de comunicaciones en el tráfico marítimo, tanto comercial como de recreo, lo que supone un elevado riesgo de contaminación biológica para los ecosistemas marinos autóctonos. Un adecuado seguimiento de los ambientes portuarios, que como ecosistemas ya alterados son los más sensibles a ser inicialmente colonizados por especies foráneas [41], permitiría detectar la presencia de especies indeseables todavía en fase inicial de introducción y diseñar una estrategia apropiada para su control.

5. BIBLIOGRAFÍA

[1] AFONSO-CARRILLO, J., M.C. GIL-RODRÍGUEZ, R. HAROUN-TABRAUE, M. VILLENA-BALSA & W. WILDPRET DE LA TORRE (1984). Adiciones y correcciones al catálogo de algas marinas bentónicas para el Archipiélago Canario. *Vieraea* 13: 27-49.

[2] AFONSO-CARRILLO, J. & B. ROJAS-GONZÁLEZ (2003). Observations on reproductive morphology and new records of Rhodomelaceae (Rhodophyta) from the Canary Islands, including *Veleroa complanata* sp. nov. *Phycologia* (en prensa).

[3] AFONSO-CARRILLO, J. & M. SANSÓN (1999). *Algas, hongos y fanerógamas marinas de las Islas Canarias. Clave analítica.* Materiales Didácticos Universitarios. Serie Biología 2. SPULL. Tenerife.

[4] ATHANASIADIS, A. (1997). North Aegean Marine Algae IV. *Womersleyella setacea* (Hollenberg) R.E. Norris (Rhodophyta, Ceramiales). *Botanica Marina* 40: 473-476.

[5] BAILEY, J.N. (1848). Continuation of the list of localities of algae in the United States. *Amer. J. Sci. Arts Ser* 2: 37-42.

[6] BØRGESEN, F. (1925-1930). The marine algae of Canary Islands, especially from Teneriffe and Gran Canaria. I. Chlorophyceae, II. Phaeophyceae, III. Rhodophyceae, part. 1, 2, 3. *K. Danske Vidensk. Selsk. Biol. Medd.* 5(5): 1-123 (1925); 6(2): 1-112 (1926); 6(6): 1-97 (1927); 8(1): 1-97 (1929); 9(1): 1-159 (1930).

[7] BOUDOURESQUE, C.F. & M. VERLAQUE (2002). Biological pollution in the Mediterranean Sea: invasive versus introduced macrophytes. *Marine Pollution Bulletin* 44: 32-38.

[8] BURROWS, E.M. (1991). *Seaweeds of the British Isles. Volume 2. Chlorophyta.* Natural History Museum Publications, London.

[9] CABIOCH, J., A. CASTRIC-FEY, M.T. HARDY-HALOS & A. RIO (1997). *Grateloupia doryphora* et *Grateloupia filicina* var. *luxurians* (Rhodophyta, Halymeniaceae) sur les côtes de Bretagne (France). *Cryptogamie, Algologie* 18: 117-137.

[10] CARLTON, J.T. (1985). Transoceanic and interoceanic dispersal of coastal marine organisms: the biology of ballast water. *Oceanography and Marine Biology Annual Review* 23: 313-373.

[11] CHACANA, M. (1992). *El género Codium Stackhouse (Chlorophyta) en el Archipiélago Canario.* Tesis Doctoral. Univ. La Laguna.

[12] CHOI, H.-G., M.-S. KIM, M.D. GUIRY & G.W. SAUNDERS (2001). Phylogenetic relationships of *Polysiphonia* (Rhodomelaceae, Rhodophyta) and its relatives based on anatomical and nuclear small-subunit rDNA sequence data. *Canadian Journal of Botany* 79: 1465-1476.

[13] DIXON, P.S. & L.M. IRVINE (1977). *Seaweeds of the British Isles. Volume 1. Rhodophyta. Part 1. Introduction, Nemaliales, Gigartinales.* British Museum (Natural History), London.

[14] FARNHAM, W.F. & L.M. IRVINE (1973). The addition of a foliose species of *Grateloupia* in the British marine flora. *British Phycological Journal* 8: 208-209.

[15] FLETCHER, R.L. (1987). *Seaweeds of the British Isles. Vol. 3. Fucophyceae (Phaeophyceae). Part 1.* British Museum (Natural History), London.

[16] GAVIO, B. & S. FREDERICQ (2002). *Grateloupia turuturu* (Halymeniaceae, Rhodophyta) is the correct name of the non-native species in the Atlantic known as *Grateloupia doryphora. European Journal of Phycology* 37: 349-359.

[17] GIACCONE, G. (1978). Revisione della flora marina del mare Adriatico. *Annuario Parco mar. Miramare, Stne. Controllo WWF*, 6, 19, 118 pp.

[18] GÓMEZ-GARRETA, A., T. GALLARDO, M.A. RIBERA, M. CORMACI, G. FURNARI, G. GIACCONE & C.-F. BOUDOURESQUE (2001). Checklist of the

Mediterranean seaweeds. III. Rhodophyceae Rabenh. 1. Ceramiales Ȯltm. *Botanica Marina* 44: 425-460.

[19] GONZÁLEZ-RUIZ, S., M. SANSÓN & J. REYES (1995). New records of sublittoral algae from the Canary Islands. *Cryptogamie, Algologie* 16: 21-31.

[20] HARVEY, W.H. (1857). Algae. In: Perry M.C. (Ed.), *Narrative of the expedition of an American squadron to the China Sea and Japan performed in the years 1852, 1853 and 1854*, vol. 2. Senate of the thirty-third Congress, Washington DC, pp. 331-332.

[21] HOLMGREN, P.K., N.H. HOLMGREN & L.C. BARNETT (1990). *Index Herbariorum, Pt 1: The Herbaria of the World*, 8th ed. New York, Bronx, New York Botanical Garden, x + 693 p. [*Regnum Vegetabile*, vol. 20].

[22] HOOKER, J.D. & W.H. HARVEY (1845). Algae Novae Zelandiae; being a catalogue of all of the species of algae yet recorded as inhabiting the shores of New Zealand, with characters and brief descriptions of the new species discovered during the voyage of H.M. discovery ships “Erebus” and “Terror” and of others communicated to Sir W. Hooker by D. Sinclair, the Rev. Colenso, and M. Raoul. *London Journal of Botany* 4: 521-551.

[23] JOHNSTON, C.S. (1969). The ecological distribution and primary production of macrophytic marine algae in the eastern Canaries. *Int. Revue Ges. Hydrobiol.* 54: 473-490.

[24] KAPRAUN, D.F. (1977). The genus *Polysiphonia* in North Carolina, USA. *Botanica Marina* 20: 143-153.

[25] KAPRAUN, D.F. (1980). *An illustrated guide to the benthic marine algae of coastal North Carolina. 1. Rhodophyta*. Univ. of North Carolina Press, Chapel Hill.

[26] KIM M.-S. & I.K. LEE (1999). *Neosiphonia flavimarina* gen. et sp. nov. with a taxonomic reassessment of the genus *Polysiphonia* (Rhodomelaceae, Rhodophyta). *Phycological Research* 47: 271-281.

[27] LAURET, M. (1967). Morphologie, phenologie, répartition des *Polysiphonia* marins du littoral languedocien. I. Section *Oligosiphonia*. *Naturalia monspeliensa, Bot.* 18: 347-373.

[28] MAGGS, C.A. & M.H. HOMMERSAND (1993). *Seaweeds of the British Isles. Volume 1. Rhodophyta. Part 3A. Ceramiales*. British Museum (Natural History), London.

[29] MAGGS, C.A. & H. STEGENGA (1999). Red algal exotics on North Sea coasts. *Helgoländer Meeresunters* 52: 243-258.

[30] MARTÍN, M. J., M. SANSÓN & J. REYES (1996). Morphology and anatomy of *Papenfussiella kuromo* (Chordariaceae, Phaeophyta) from the Canary Islands. *Cryptogamie, Algologie* 17: 165-173.

[31] McIVOR, L., C.A. MAGGS, J. PROVAN & M.J. STANHOPE (2001). *rbc*L sequences reveal multiple cryptic introductions of the Japanese red alga *Polysiphonia harveyi*. *Molecular Ecology* 10: 911-919.

[32] MEINESZ A. & B. HESSE (1991). Introduction et invasion de l’algue tropicale *Caulerpa taxifolia* en Méditerranée Nord occidentale. *Oceanologica Acta* 14: 415-426.

[33] REYES, J., M. SANSÓN & J. AFONSO-CARRILLO (1993). Notes on some interesting marine algae new from the Canary Islands. *Cryptogamic Botany* 4: 50-59.

[34] REYES, J., M. SANSÓN & J. AFONSO-CARRILLO (1994). Algas marinas bentónicas de El Médano, S Tenerife (Islas Canarias). *Vieraea* 23: 15-42.

[35] RIBERA, M.A. & C.F. BOUDOURESQUE (1995). Introduced marine plants, with special reference to macroalgae: mechanisms and impact. In: Round, F. E. & D. J. Chapman (Eds.), *Progress in Phycological Research*. Vol. 11, pp. 187-268. Biopress Ltd.

[36] ROJAS-GONZÁLEZ, B. & J. AFONSO-CARRILLO (2000a). Notas corológicas sobre algas rojas Rhodomelaceae de las islas Canarias. *Vieraea* 28: 119-125.

[37] ROJAS-GONZÁLEZ, B. & J. AFONSO-CARRILLO (2000b). Notes on Rhodomelaceae (Rhodophyta) from the Canary Islands: Observations on reproductive morphology and new records. *Botanica Marina* 43: 147-155.

[38] ROJAS-GONZÁLEZ, B. & J. AFONSO-CARRILLO (2002). Morfología y distribución de *Lophosiphonia cristata* y *L. reptabunda* en las islas Canarias (Rhodophyta, Rhodomelaceae). *Vieraea* 30: 31-44.

[39] ROJAS-GONZÁLEZ, B., J. AFONSO-CARRILLO & C. IBEAS (1994). New records of Rhodomelaceae (Rhodophyta) from the Canary Islands. *Botanica Marina* 37: 133-138.

[40] SANSÓN, M. (1994). Notes on Ceramiaceae (Rhodophyta) from the Canary Islands: new records and observations on morphology and geographical distribution. *Botanica Marina* 37: 347-356

[41] SANSÓN, M. & J. REYES (1995). Morphological and geographical observations on four species of Ceramiaceae (Rhodophyta) new to the Canary Islands. *Botanica Marina* 38: 89-95.

[42] SANSÓN, M., J. REYES & J. AFONSO-CARRILLO (1991). Contribution to the seaweed flora of the Canary Islands: new records of Florideophyceae. *Botanica Marina* 34: 527-536.

[43] SANSÓN, M., J. REYES, J. AFONSO-CARRILLO & E. MUÑOZ (2002). Sublittoral and deep-water red and brown algae new from the Canary Islands. *Botanica Marina* 45: 35-49.

[44] SARTONI, G. & A.M. DE BIASI (1999). A survey of the marine algae of Milos Island, Greece. *Cryptogamie, Algologie* 20: 271-283.

[45] SCHNEIDER, C.W. & R.B. SEARLES (1991). *Seaweeds of the southeastern United States. Cape Hatteras to Cape Canaveral*. Duke University Press, Durham & London.

[46] SILVA, P.C. (1957). The dichotomous species of *Codium* in Britain. *J. Mar. Biol. Ass. U. K.* 34: 565-577.

[47] SOUTH, G.R. & I. TITTLEY (1986). *A checklist and distributional index of the benthic marine algae of the North Atlantic Ocean*. British Museum (Natural History) and Huntsman Marine Laboratory, London and St. Andrews, New Brunswick, Canada.

[48] VAN DER STRATE, H.J., S.A. BOELE-BOS & J.L. OLSEN (2002). Phylogeographics studies in the tropical seaweed *Cladophoropsis membranacea* (Chlorophyta, Ulvophyceae) reveal a cryptic species complex. *Journal of Phycology* 38: 572-582.

[49] VEIGA, A.J., J. CREMADES & I. BÁRBARA (1998). A catalogue of the marine benthic algae of the Sisargas Islands (N.W. Iberian Peninsula, Spain). *Boletim do Museu Municipal do Funchal*, Suppl. 5: 481-493.

[50] VERLAQUE, M. (1989). Contribution to the marine algal flora of the Mediterranean: rare or new species for the French coasts. *Botanica Marina* 32: 101-113.

[51] VERLAQUE, M. (1994). Inventaire des plantes introduites en Méditerranée: origines et répercussions sur l'environnement et les activités humaines. *Oceanologica Acta* 17: 1-23.

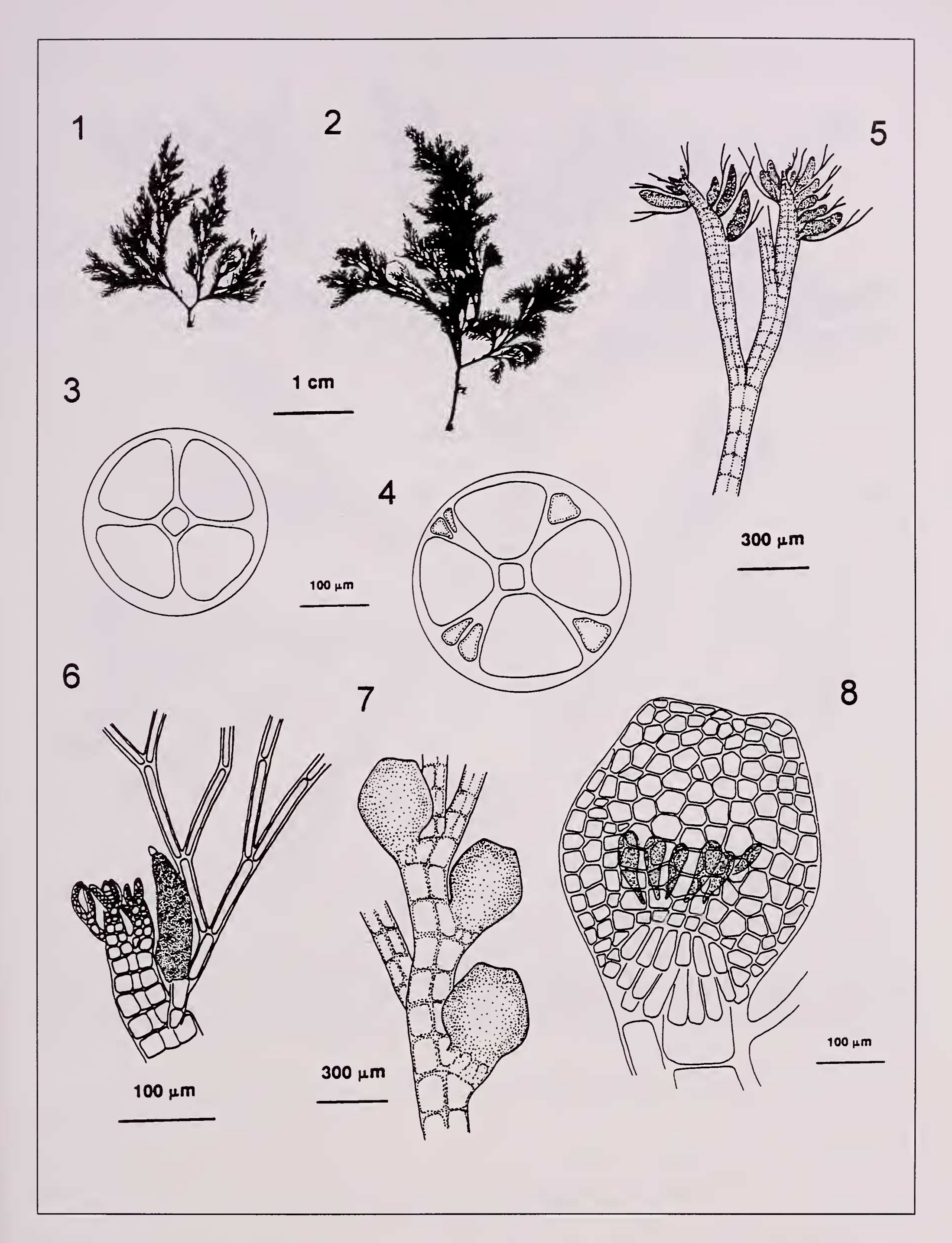
[52] VERLAQUE, M. (2001). Checklist of the macroalgae of Thau Lagoon (Hérault, France), a hot spot of marine species introduction in Europe. *Oceanologica Acta* 24: 29-49.

[53] VERLAQUE, M. & C.F. BOUDOURESQUE (1991). *Stypopodium schimperi* (Buchinger *ex* Kützing) Verlaque *et* Boudouresque comb. nov. (Dictyotales, Fucophyceae), algue de mer Rouge récemment apparue en Méditerranée. *Cryptogamie, Algologie* 12: 195-211.

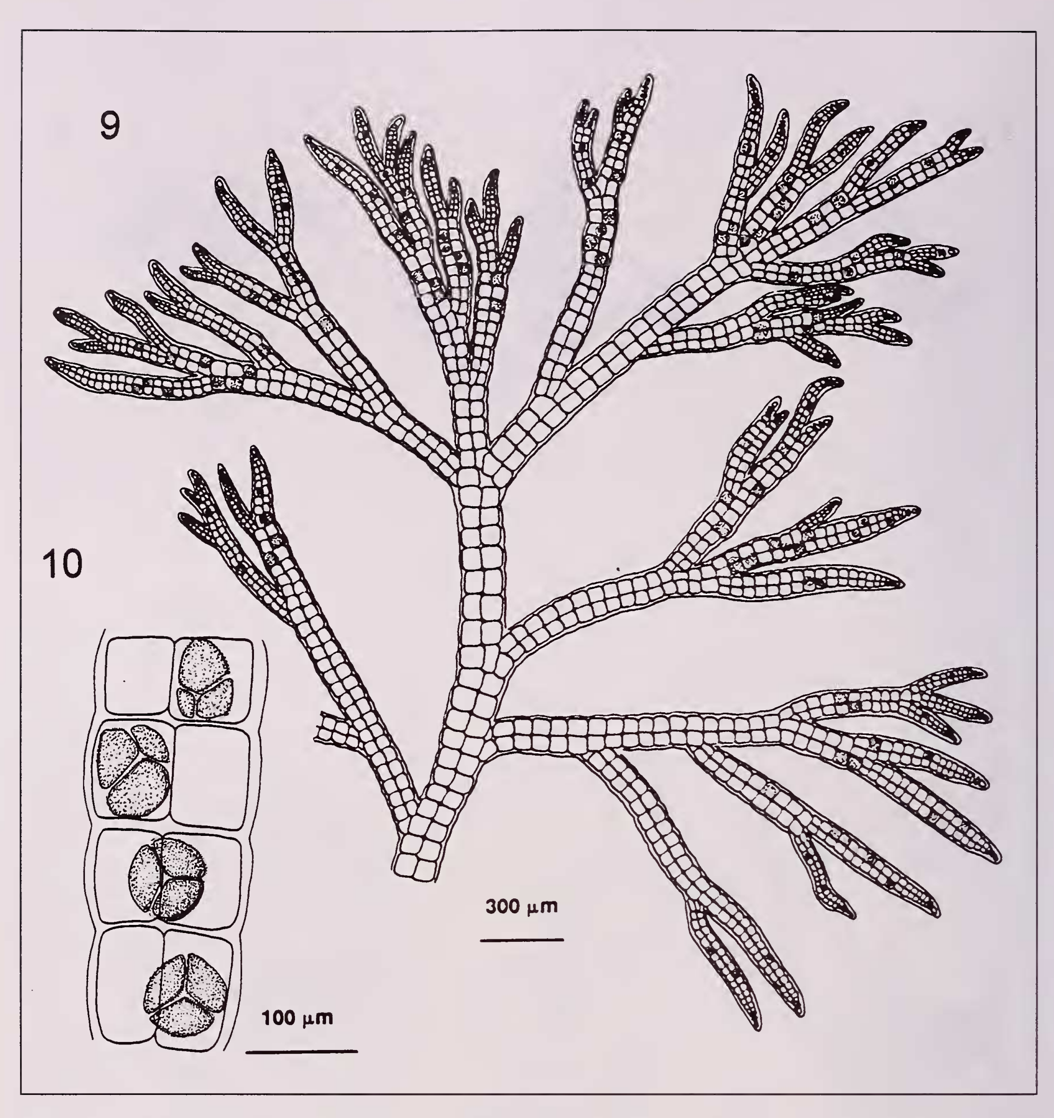
[54] WYNNE, M.J. (1969). Life history and systematic studies of some Pacific North American Phaeophyceae (brown algae). *University of California Publications in Botany* 50: 1-88.Leyendas para las figuras:

Tabla I.- Algunas algas marinas probablemente introducidas en las islas Canarias.

Especies	Origen	Probabilidad de introducción	Primera cita en Canarias	Referencias
Rhodophyta				
Antithamnion diminuatum Wollaston	Sur Australia, Sudáfrica y Namibia	Baja	1988	[40]
Asparagopsis armata Harvey	Australia	Alta	1965	[23]
Bonnemaisonia hamifera Hariot	Japón	Alta	1921	[6]
Ceramium atrorubescens Kylin	Sudáfrica y Namibia	Baja	1988	[40]
Ceramium cingulatum Weber-van Bosse	Índico	Baja	1988	[40]
Grateloupia turuturu Yamada	Japón	Alta	1983	[1]
Gymnophycus hapsiphorus Huisman et Kraft	Australia	Alta	1989	[41]
Neosiphonia harveyi (Bailey) Kim, Choi, Guiry et Saunders	Japón	Alta	1990	[39]
Predaea huismanii Kraft	Australia	Alta	1990	[42]
Scinaia australis (Setchell) Huisman	Australia	Alta	1989	[33, 34]
Womersleyella setacea (Hollenberg) R.E. Norris	Indo-Pacífico	Alta	1983	[37]
Phaeophyta				
Colpomenia peregrina (Sauvageau) Hamel	Probablemente Pacífico	Alta	1965	[23]
Corynophlaea cystophorae J. Agardh	Australia, Tasmania y Nueva Zelanda	Baja	1993	[19]
Papenfussiella kuromo (Yendo) Inagaki	Japón y China	Baja	1994	[30]
Scytosiphon dotyi Wynne	Pacífico NE	Alta	1992	[33, 34]
Stypopodium schimperi (Kützing) Verlaque et Boudouresque	Mar Rojo	Alta	1997	[43]
Chlorophyta				
Codium fragile subsp. *tomentosoides* (van Goor) Silva	Probablemente Japón	Alta	1990	[11]



FIGS. 1-8. ***Neosiphonia harveyi*** (Bailey) Choi, Kim, Guiry et Saunders. Figs 1, 2. Aspectos generales del hábito. Fig. 3. Sección transversal de un eje mostrando la célula axial rodeada por cuatro células pericentrales. Fig. 4. Sección transversal de un eje próximo a la base de la planta, mostrando células corticales. Fig. 5. Aspecto general de una rama fértil en una planta masculina con ejes espermatangiales. Fig. 6. Detalle de un eje espermatangial, formado en la primera dicotomía de un tricoblasto. Fig. 7. Detalle de una rama de una planta femenina fértil con varios cistocarpos. Fig. 8. Detalle de un cistocarpo. [Figs 1, 2 (TFC Phyc 9157); Figs 3-8 (TFC Phyc 7890)].



FIGS. 9-10. ***Neosiphonia harveyi*** (Bailey) Choi, Kim, Guiry et Saunders. Fig. 9. Aspecto parcial de un esporófito fértil con series espiraladas de esporangios. Fig. 10. Detalle de un eje fértil con tetrasporangios dispuestos en espiral, uno por segmento. (TFC Phyc 7890).